

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-088154

(43)Date of publication of application : 28.03.1990

(51)Int.Cl.

B23Q 41/02

(21)Application number : 63-236382

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.09.1988

(72)Inventor : AZUMA HITOSHI

HONOKI HIDEYUKI

SUZUKI TAKAMICHI

SASAKI TAISUKE

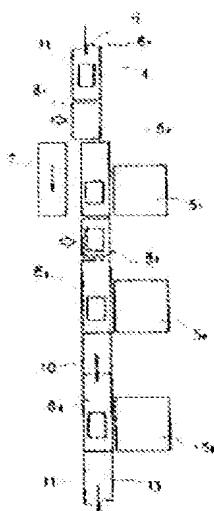
### (54) PRODUCTION METHOD AND PRODUCTION LINE EQUIPMENT THEREOF

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To eliminate the work queue of each work equipment and to improve the operation rate by allocating a work element respectively so as to uniformize the processing time of plural work equipments and feeding a work to plural working equipments.

**CONSTITUTION:** In the production line equipment of a tact method, a work element and the number of processing pieces are allocated to each work (assembly) equipments 51-53 so that the processing time is uniformized each other respectively. Moreover, the work element to which a work 4 is allocated by a feed transfer means 6 can be processed

by providing the transfer route (moving conveyor 81, 82, jump conveyor 7) capable of feeding the work 4 to plural work equipments 51, 52. Consequently, the operation rate



of all of the work equipments is improved at a low equipment cost.

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-88154

⑬ Int. CL<sup>5</sup>  
B 23 Q 41/02識別記号 序内整理番号  
Z 7528-3C

⑭ 公開 平成2年(1990)3月28日

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全12頁)

⑮ 発明の名称 生産方法およびその生産ライン設備  
 ⑯ 特願 昭63-236382  
 ⑰ 出願 昭63(1988)9月22日

⑱ 発明者 東 人 士 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
 ⑲ 発明者 朴 木 秀 行 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
 ⑳ 発明者 鈴 木 高 道 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
 ㉑ 発明者 佐々木 泰 輔 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所戸塚工場内  
 ㉒ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ㉓ 代理人 弁理士 秋本 正実

## 明細書

## 1. 発明の名称

生産方法およびその生産ライン設備

## 2. 特許請求の範囲

1. 所定のタクトタイムで作業物を複数の作業設備に順次供給搬送して作業物にあらかじめ設定された多数の作業要素を連続的に処理する生産方法において、上記各作業設備にそれぞれ処理時間が互いに均一化されるように作業要素と処理個数とを割付けるとともに供給搬送手段により作業物を割付けられた作業要素を所定の順序で処理しうるよう作業物を複数の作業設備に供給搬送する生産方法。

2. 複数の作業設備は、それぞれ複数の作業物を処理したとき、その処理時間が互いに均一化するように、少なくとも1部の作業設備に複数の作業要素を割付けるとともにその中の1つを他の作業設備と同一の作業要素を割付ける請求項1記載の生産方法。

3. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形

成され、複数の作業設備の配列順序にしたがって作業物を順次供給搬送する供給搬送路と、この供給搬送路の途中から分岐し、1部の作業設備を通過して再び供給搬送路に合流するバイパス供給搬送路とを備え、各作業設備での複数の作業物の処理時間が互いに均一化するよう作業物を供給搬送する請求項1記載の生産方法。

4. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に作業エリアと作業待ちバッファエリアとを備え、各作業設備の処理時間、待ち時間に対応して作業物を作業エリアとバッファエリアとに搬送する請求項1記載の生産方法。

5. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に複数の作業エリアを備えた請求項1記載の生産方法。

6. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を複数並列に備え、かつこ

れら複数の供給搬送路にそれぞれ各作業設備毎に作業エリアを備えた請求項1記載の生産方法。

7. 供給搬送手段によって所定のタクトタイムで作業物を複数の作業設備に順次搬送して作業物にあらかじめ設定された作業要素を連続的に処理する生産ライン設備において、それぞれ処理時間が互いに均一化するように作業要素と処理個数とを割付けられた複数の作業設備と、作業順序にしたがって作業要素の割付けられた複数の作業設備に順次作業物を供給搬送する供給搬送手段とを備えた生産ライン設備。

8. 複数の作業設備は、それぞれ複数の作業物を処理したとき、その処理時間が互いに均一化するように、少なくとも1部の作業設備に複数の作業要素を割付けるとともにその中の1つを他の作業設備と同一の作業要素を割付ける請求項7記載の生産ライン設備。

9. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成され、複数の作業設備の配列順序にしたがって作業物を順次供給搬送する供給搬送路と、こ

の供給搬送路の途中から分岐し、1部の作業設備を通過して再び供給搬送路に合流するバイパス供給搬送路とを備え、各作業設備での複数の作業物の処理時間が互いに均一化するように作業物を供給搬送する請求項7記載の生産ライン設備。

10. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に作業エリアと作業待ちバックファエリアとを備え、各作業設備の処理時間、待ち時間に対応して作業物を作業エリアとバックファエリアとに搬送する請求項7記載の生産ライン設備。

11. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に複数の作業エリアを備えた請求項7記載の生産ライン設備。

12. 供給搬送手段は、複数の作業設備にそうて形成された供給搬送路を複数並列に備え、かつこれら複数の供給搬送路にそれぞれ各作業設備毎

に作業エリアを備えた請求項7記載の生産ライン設備。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 【産業上の利用分野】

本発明は、産業機械、家庭用機器、半導体部品などの同一機種または類似機種の製品を連続的に多数生産する生産方法およびその生産ライン設備に係り、とくに稼働率の向上および生産量の増減・タクトタイムの変化に好適な生産方法およびその生産ライン設備に関する。

#### 【従来の技術】

従来、たとえば、家庭用電器のように、同一品種の製品を、数十～数千個まとめて組立てる場合には、第9図に示すように、タクトコンベア形の組立作業装置が使用されている。

この組立作業装置では、ある一定期間、作業物4を停止して（この各停止時間をタクトといい、このタクトの時間的長さをタクトタイムといい、であらわす。）行い、かつ間隔 $\Delta t$ だけ移動をくり返すタクトコンベア1にそうて間隔 $\Delta t$ をもって

複数の組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ が配置され、これら複数の組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ は、それぞれタクトコンベア1により前方に移動された作業物 $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ を組立てて。なお、上記コンベアは、上記のようなタクトコンベア1でなく、連続的に移動する連続移動コンベアにおいても同様な方法で行われている。

各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ は、それぞれ組立作業の内容を異にし、かつ組立作業の内容は、製品1個を組立ててのに必要な作業要素を漏れなくしかも重複することなく配分されている。

したがって各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ は、製品1個を組立ててのに必要な全作業要素の1部を専門的に分担している。

製品の最も基礎となる部品が各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ の作業開始時点ごとに1個タクトコンベア1上の各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ の前に置かれて作業物 $4_n$ となる。

各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ は、タクトタイム $\tau$ の間にそれぞれ担当する複数の作業要素を所定の

順序にしたがって前に置かれた作業物 $4_n$ を完全に作業し終らせなければならない。そして各組立手段 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ で作業終了した作業物 $4_n$ はタクトコンペア1によって距離 $\delta$ だけ移送されてつぎの組立手段 $2_1, \dots, 2_n$ で作業が行われる。

このようにして作業物 $4_n$ がタクトコンペア1により順次距離 $\delta$ だけ移送されて $n$ 個の組立手段2で作業されると、完成製品となるものである。

なお、従来この種の関連するものには、たとえば特開昭61-24951号公報および特開昭53-8883号公報が挙げられる。

#### 【発明が解決しようとする課題】

上記従来のタクトコンペア方式では、タクトタイム $\tau$ が最小になるように各組立手段の作業要素を割付ける必要がある。

その理由は、タクトコンペア方式による組立ラインの設計では、各組立手段の稼動率を向上し、少ない組立手段にて製品が組立てられるようになることが重要であり、そのためには、各組立手段に対してタクトタイム $\tau$ を越えないで、しかもタ

この組立稼動率は、実用上経済的な見地から許容できないほどの低い値である。

この低い組立稼動率は、第11図に示す各組立手段 $5_1, 5_2, 5_3$ に関するタクトタイム中の稼動時間（斜線部）と不稼動時間（空白部）の分布において後者の占める割合が大きいことからも理解される。

このように、従来のタクトコンペア方式では、各組立手段が分担する作業要素の所要時間がバラツキ、その作業要素の最大の所要時間がタクトタイムとなり、各組立手段が分担する作業要素の所要時間は、タクトタイム以下となって平均的な組立稼動率が低下するという問題があった。

本発明の目的は、上記従来のタクトコンペア方式における問題点を解決し、作業設備の稼動率を高めうる生産方法およびその生産ライン設備を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の生産方法は、供給搬送手段によって所定のタクトタイムで作業

タクトタイム $\tau$ にできるだけ近い作業時間和が得られるように各作業要素を配分する必要があるからである。

しかるに、上記のようにタクトタイム $\tau$ が最小になるように各組立手段の作業要素を割付けることは、与えられたタクトタイムと各作業要素の所要時間とによっては、実現することが困難な場合があり、そのため、タクトコンペア方式による組立作業は高い稼動率を得ることが困難となる問題があった。

たとえばタクトタイム60秒になるように各作業要素の所要時間の値を有する製品（作業要素の実行順は作業要素番号順とする。）タクトコンペア方式で組立ラインを設計すると、第10図に示すような設計結果となる。

すなわち、第10図に示すように、全体で3台の組立手段 $5_1, 5_2, 5_3$ を必要とし、これら各組立手段 $5_1, 5_2, 5_3$ には、唯一つの作業要素のみが割当てられ、平均的な組立稼動率は83%になる。

物を複数の作業設備に順次供給搬送して作業物にあらかじめ設定された多数の作業要素を連續的に処理する生産方法において、上記各作業設備にそれぞれ処理時間が互いに均一化されるように作業要素と処理個数とを割付けるとともに供給搬送手段により作業物を割付けられた作業要素を所定の順序で処理しうるように複数の作業設備に搬送するものである。

また、複数の作業設備は、生産量の増減およびタクトタイムの変化に対応するため、それぞれ複数の作業物を処理したときその処理時間が互いに均一化するように、少なくとも1部の作業設備に複数の作業要素を割付けるとともに、その中の1つを他の作業設備と同一の作業要素を割付けるものである。

また供給搬送手段は、すべての作業設備に待ち時間が発生しないように作業物を供給搬送するため、複数の作業設備にそろて形成され、複数の作業設備の配列順序にしたがって作業物を順次供給搬送する供給搬送路と、この供給搬送路の途中か

ら分岐し、1部の作業設備を通過して再び供給搬送路の途中に合流するバイパス供給搬送路とを備え、各作業設備での処理時間に対応して作業物を各作業設備に供給搬送するものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業要素に基いて作業物を供給搬送するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に作業エリアと作業待ちバッファエリアとを備え、各作業設備の処理時間、待ち時間に対応して作業物を作業エリアとバッファエリアとに供給搬送するものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業待ち時間を減少するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に複数の作業エリアを備えたものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業待ち時間を減少するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を複数平行に備え、かつこれら供給搬送路にそれぞれ各作業設備毎に作業エリア

を備えたものである。

上記目的を達成するため、本発明の生産ライン設備は、供給搬送手段によって所定のタクトタイムで作業物を複数の作業物を各作業設備に順次搬送して作業物にあらかじめ設定された作業要素を連続的に処理する生産ライン設備において、それぞれ処理時間が互いに均一化するように作業要素と処理個数とを割付けられた複数の作業設備と、作業順序にしたがって作業要素の割付けられた複数の作業設備に順次作業物を供給搬送する供給搬送手段とを備えたものである。

また、複数の作業設備は、生産量の増減およびタクトタイムの変化に対応するため、それぞれ複数の作業物を処理したときその処理時間が互いに均一化するように、少なくとも1部の作業設備に複数の作業要素を割付けるとともに、その中の1つを他の作業設備と同一の作業要素を割付けるものである。

また供給搬送手段は、すべての作業設備に待ち時間が発生しないように作業物を供給搬送するた

め、複数の作業設備にそなえて形成され、複数の作業設備の配列順序にしたがって作業物を順次供給搬送する供給搬送路と、この供給搬送路の途中から分岐し、1部の作業設備を通過して再び供給搬送路の途中に合流するバイパス供給搬送路とを備え、各作業設備での処理時間に対応して作業物を各作業設備に供給搬送するものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業要素に基いて作業物を供給搬送するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に作業エリアと作業待ちバッファエリアとを備え、各作業設備の処理時間、待ち時間に対応して作業物を作業エリアとバッファエリアとに供給搬送するものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業待ち時間を減少するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に複数の作業エリアを備えたものである。

また供給搬送手段は、各作業設備の作業待ち時

間を減少するため、複数の作業設備にそなえて形成された供給搬送路を複数平行に備え、かつこれら供給搬送路にそれぞれ各作業設備毎に作業エリアを備えたものである。

#### 【作用】

上記の方法による本発明の生産方法においては、複数の作業設備の処理時間が互いに均一化するように複数の作業設備に作業要素を割付け、かつ供給搬送手段により作業物に作業要素を所定の順序で処理しうるよう作業物を複数の作業設備に供給搬送するものであるので、すべての作業設備の稼動率を向上することができる。

また、複数の作業設備は、それぞれ複数の作業物を処理したとき、その処理時間が互いに均一化するように少なくとも1部の作業設備に複数の作業要素を割付けるとともにその中の1つを他の作業設備と同一の作業要素を割付けるので、生産量の増減およびタクトタイムの変化に対して低コストで対応することができる。

また供給搬送手段は、複数の作業設備にそなて

形成され、複数の作業設備の配列順序にしたがって作業物を順次供給搬送する供給搬送路と、このこの供給搬送路の途中から分岐し、1部の作業設備を通過して再び供給搬送路に合流するバイパス供給搬送路とを備え、各作業設備での処理時間に応じて作業物を各作業設備に供給搬送するので、すべての作業設備に待ち時間が発生するのを減少して処理時間の短縮をはかることができる。

また、供給搬送手段は、複数の作業設備にそろて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備に作業エリアと作業待ちバッファエリアとを備え、各作業設備の処理時間、待ち時間に対応して作業物を作業エリアと作業待ちバッファエリアとに作業物を供給搬送するので、各作業設備の作業要素に基いて作業物を供給搬送することができる。

また、供給搬送手段は、複数の作業設備にそろて形成された供給搬送路を備え、かつこの供給搬送路に各作業設備毎に複数の作業エリアを備えたので、すべての作業設備の作業待ち時間を減少す

ている。

3個の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ はそれぞれ後述の作業要素割付け方法によって割付けられた作業要素に基いて作業物4を処理する。

コンベア6は、供給コンベア6 $_1$ と、3個の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ にそれぞれ作業物4を供給する3個の作業コンベア $6_1, 6_2, 6_3$ と、最初の組立設備 $5_1$ を飛び越えてつぎの組立設備 $5_2$ に供給する飛び越えコンベア7と、作業物4の供給方向と直角な方向に移動して供給コンベア $6_4$ からの作業物4を作業コンベア $6_5$ もしくは飛び越えコンベア7のいずれか一方におよび作業コンベア $6_6$ もしくは飛び越えコンベア7のいずれか一方から供給された作業物4を作業コンベア $6_7$ に供給する移動コンベア $8_1, 8_2$ と、中間コンベア10と、処理後の作業物4をつぎの生産ライン設備(図示せず)に搬送する排出コンベア11とから構成されている。なお、各作業コンベア $6_1, 6_2, 6_3$ には、図示していないが、各組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ で処理される位置(実線にて示す位置)より

ることができる。

また供給搬送手段は、複数の作業設備にそろて形成された供給搬送路を複数平行に備え、これら複数の供給搬送路にそれぞれ各作業設備毎に作業エリアを備えたので、すべての作業設備の作業待ち時間を減少することができる。

上記のように構成された本発明の生産ライン設備は、それぞれ処理時間が互いに均一化するよう作業要素と処理個数とを割付けられた複数の作業設備と、作業順序にしたがって作業要素を割付けられた複数の作業設備に順次作業物を供給搬送する供給搬送手段とを備えたので、低コストの設備費ですべての作業設備の稼働率を向上することができる。

#### 【実施例】

以下、本発明の一実施例である生産ライン設備を示す第1図について説明する。

第1図に示すように、3個の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ と、これら3個の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ に作業物4を順次供給するコンベア6とから構成され

前方位置にバッファエリアを設置している。このバッファエリアは作業物4が各作業コンベア $6_1, 6_2, 6_3$ にて各組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ の処理位置に供給されるとき、各組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ が未だ前の作業物4を処理している場合に処理が終了するまで待機している部分である。また矢印は作業物4の供給方向を示す。

つぎに3個の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ の作業要素の決定方法および生産ライン設備の動作について説明する。

3台の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ は、たとえばそれぞれ分担する3個の作業要素を $Y_1, Y_2, Y_3$ とし、これら3個の作業要素 $Y_1, Y_2, Y_3$ の作業時間をそれぞれ $t_1, t_2, t_3$ とすると、これら作業時間 $t_1, t_2, t_3$ とタクトタイム $\tau$ との間には、

$$\begin{aligned}\tau &\approx t_1 \approx \frac{t_1 + t_2}{2} \\ t_1 &> \tau \approx t_2 > t_3\end{aligned}$$

の関係があるものとする。

この条件のもとでM個の作業物4をそれぞれ3個の作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>を3台の組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>で処理する場合について検討すると、第1組立設備5<sub>1</sub>で作業要素Y<sub>1</sub>を処理するのに時間t<sub>1</sub>を必要とし、この処理時間t<sub>1</sub>は、上記t<sub>1</sub>>tの条件から、作業物4を第1組立設備5<sub>1</sub>で作業要素Y<sub>1</sub>を処理する時間t<sub>1</sub>が不足する。

また第2組立設備5<sub>2</sub>で作業要素Y<sub>2</sub>を処理するのに時間t<sub>2</sub>を必要とし、この処理時間t<sub>2</sub>は、上記t>t<sub>2</sub>の条件から、t-t<sub>2</sub>時間は、作業物4を第2組立設備5<sub>2</sub>で作業要素Y<sub>2</sub>を処理していないことになる。

さらに第3組立設備5<sub>3</sub>で作業要素Y<sub>3</sub>を処理するのに時間t<sub>3</sub>を必要とし、この処理時間t<sub>3</sub>は上記t≈t<sub>3</sub>の条件から、第3組立設備5<sub>3</sub>で作業物4を作業要素Y<sub>3</sub>を処理するのに不足もなく遊休することもないことになる。

このようにタクトタイムtで順次供給される作業物4に対して第1組立設備5<sub>1</sub>が作業要素Y<sub>1</sub>を処理するには処理時間が不足し、その反対に第2

したがって、第2組立設備5<sub>2</sub>が経過時間Mt後に処理しなければならない作業要素をあらかじめ分担している作業要素Y<sub>2</sub>をM個と、第1組立設備5<sub>1</sub>で処理できない作業要素Y<sub>1</sub>はM-N個となり、その結果、第2組立設備5<sub>2</sub>の処理時間の合計は

$$M t_2 + (M - N) t_1$$

となる。この式を変形すると、

$$M (t_2 + t_1) = N t_1$$

となり、t≈ $\frac{t_1 + t_2}{2}$ とNt≈Mtの条件から

$$M (t_1 + t_2) = N t_1 \approx M t$$

となって、第2組立設備5<sub>2</sub>は、処理時間が不足することもなく、遊休することもない。

また第3組立設備5<sub>3</sub>は、あらかじめ設定された作業要素Y<sub>3</sub>を分担すればよい。

つぎに具体的な数値を用いて説明する。

たとえば、作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>の処理時間t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>をそれぞれ30秒/個, 20秒/個, 25秒/個とし、かつ作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>をそれぞれ120個の作業物4を3台の組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>,

組立設備5<sub>3</sub>で作業要素Y<sub>1</sub>を処理するだけでは待ち時間が発生することがわかった。

そこで、第1組立設備5<sub>1</sub>で処理できなかった作業要素Y<sub>1</sub>の残部をつぎの第2組立設備5<sub>2</sub>で処理するようとする。

すなわち、第2組立設備5<sub>2</sub>で2種類の作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>を処理するようすれば、すべての組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>の処理時間t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>が略同一になる。

またタクトタイムtでM個の作業物4が順次供給される場合には、それを処理するのに要する時間はMtであり、その時間Mtで各組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>がそれぞれ作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>を処理する個数Nは、Nt<sub>1</sub>≈Mtの関係が成立する整数となる。

この場合、当然のことながら、各組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>で処理される個数Nは、作業物4を供給する個数Mより小さいので、第1組立設備5<sub>1</sub>で作業要素Y<sub>1</sub>を処理できない個数はM-Nとなり、このM-Nをつぎの第2組立設備5<sub>2</sub>で処理する。

5<sub>2</sub>で処理する場合の3台の組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>の作業分担について検討する。

まず、120個の作業物4について作業要素Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>を処理するのに要する時間の総和は、120個×(30個+20個+25個)秒/個=9,000秒となり、3台の組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>が平均して処理を分担すると、各組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>の処理時間は9,000秒/3台で、3,000秒/台である。

したがって、3,000秒の間に第1組立設備5<sub>1</sub>が作業要素Y<sub>1</sub>を100個(3,000秒/300秒/個)を行い、第2組立設備5<sub>2</sub>が作業要素Y<sub>2</sub>を20個(120個-100個)と作業要素Y<sub>3</sub>を120個を行い、第3組立設備5<sub>3</sub>が作業要素Y<sub>3</sub>を120個行えよことになる。

ここで3台の組立設備5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>の作業時間を検証してみると、

$$\text{第1組立設備5}_1: 100\text{個} \times 30\text{秒/個} = 3,000\text{秒}$$

$$\begin{aligned} \text{第2組立設備5}_2: & 20\text{個} \times 30\text{秒/個} + 120\text{個} \\ & \quad \times 20\text{秒/個} = 3,000\text{秒} \end{aligned}$$

$$\text{第3組立設備5}_3: 120\text{個} \times 25\text{秒/個} = 3,000\text{秒}$$

で、3台の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ の処理時間がすべて同一となり、すべての組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ において処理時間の過不足のない作業分担をしていることがわかる。

このような作業分担で3台の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ が作業要素 $Y_1, Y_2, Y_3$ を行う場合、その順序は第2図に示すタイムチャートにしたがって行う。なお、図示の矩形部分は、各組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ が作業物4に作業要素 $Y$ を行うことを示し、矩形の中に示した記号の $4_{6n+1} \sim 4_{6n+6}$ は、作業物4の番号である。ただし $n = 0 \sim 19$ である。また矩形と、矩形とを矢印で結んでいるのは、同じ作業物4の作業要素を示したものである。さらに2点鎖線で示した矩形は、実線で示した矩形と同一タイムチャートを繰返すものである。

つぎに第1図に示した生産ライン設備を第2図に示すタイムチャートに基いて作業物4に作業要素 $Y$ を行う場合について説明する。

作業物 $4_{6n+1}$ は、供給コンベア6<sub>1</sub>から移動コンベア8<sub>1</sub>に供給され、移動コンベア8<sub>1</sub>上を搬送

されて作業コンベア6<sub>2</sub>に供給され、作業コンベア6<sub>2</sub>上を搬送されて第1組立設備 $5_1$ が処理できる位置で停止する。(第2図に示すタイムチャートはこの時点から実線で示している。)

しかるのち、第1組立設備 $5_1$ が作業物 $4_{6n+1}$ に作業要素 $Y_1$ を処理すると、作業物 $4_{6n+1}$ が作業コンベア6<sub>3</sub>上を搬送されて移動コンベア8<sub>2</sub>に供給され、移動コンベア8<sub>2</sub>上を搬送されて作業コンベア6<sub>4</sub>上に供給され、作業コンベア6<sub>4</sub>上で第2組立設備 $5_2$ が作業物 $4_{6n+2}$ に作業要素 $Y_2$ を処理するまで待機する。

ついで、第2組立設備 $5_2$ が作業要素 $Y_2$ の処理を終了すると、作業物 $4_{6n+2}$ が作業コンベア6<sub>5</sub>上を搬送されて第2組立設備 $5_2$ が処理できる位置で停止し、第2組立設備 $5_2$ で作業要素 $Y_2$ を処理される。

しかるのち、第2組立設備 $5_2$ が作業物 $4_{6n+2}$ に作業要素 $Y_2$ を処理すると、作業物 $4_{6n+2}$ が作業コンベア6<sub>6</sub>上を搬送されて中間コンベア10に供給され、中間コンベア10上を搬送されて作業コ

ンベア6<sub>7</sub>上に供給され、第3組立設備 $5_3$ が作業物 $4_{6n+3}$ に作業要素 $Y_3$ を処理するまで待機する。

ついで、第3組立設備 $5_3$ が作業物 $4_{6n+3}$ に作業要素 $Y_3$ を処理すると、作業物 $4_{6n+3}$ が作業コンベア6<sub>8</sub>上を搬送されて第3組立設備 $5_3$ が処理できる位置で停止し、第3組立設備 $5_3$ で作業要素 $Y_3$ を処理される。

しかるのち、第3組立設備 $5_3$ が作業物 $4_{6n+3}$ に作業要素 $Y_3$ を処理すると、作業物 $4_{6n+3}$ が作業コンベア6<sub>9</sub>上を搬送されて搬出コンベア11でつぎの生産ライン設備に搬送される。

つぎに作業物 $4_{6n+4}$ は、供給コンベア6<sub>1</sub>から移動コンベア8<sub>1</sub>上に搬送され、ついで移動コンベア8<sub>1</sub>が矢印方向に移動し、飛び越しコンベア7上に搬送されて移動コンベア8<sub>2</sub>上に供給されたのち、移動コンベア8<sub>2</sub>が矢印方向に移動し、作業コンベア6<sub>10</sub>上に搬送され、第2組立設備 $5_2$ の前方位置で停止する。(第2図に示すタイムチャートはこの時点から実線になっている。)

しかるのち、第2組立設備 $5_2$ が作業物 $4_{6n+4}$

に作業要素 $Y_4$ と作業要素 $Y_5$ とを処理すると、作業物 $4_{6n+4}$ は、作業コンベア6<sub>11</sub>上を供給されて中間コンベア10上に供給され、中間コンベア10上を供給されて作業コンベア6<sub>12</sub>上に供給され、作業コンベア6<sub>12</sub>上を供給されて第3組立設備 $5_3$ が処理できる位置で停止する。

ついで、第3組立設備 $5_3$ が作業物 $4_{6n+4}$ に作業要素 $Y_5$ を処理すると、作業物 $4_{6n+4}$ が作業コンベア6<sub>13</sub>上を供給され排出コンベア11にてつぎの生産ライン設備に搬送される。

つぎに作業物 $4_{6n+3}, 4_{6n+4} \dots$ は上記作業物 $4_{6n+1}$ と同様な手順で搬送され処理されるので、説明を省略する。

このようにして作業物4が3台の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ で作業要素 $Y_1, Y_2, Y_3$ を処理されるさいの3台の組立設備 $5_1, 5_2, 5_3$ の稼働率は第3図に示すように同一になり、第10図に示す稼働率83%に対し100%と向上し、たとえば120個の作業物4に作業要素 $Y_1, Y_2, Y_3$ を処理のに要する時間は、第10図に示す作業分担であれば3600

秒（30秒／個×120個）であるのに対し第3図に示す作業分担であれば3000秒で処理することができる。

したがって処理時間が長い作業要素については、1台の組立設備で処理するのではなく複数台の組立設備で分担して処理することにより、すべての組立設備の稼動時間が均一化し、すべての組立設備の稼働率を向上することができ、かつ処理時間を短縮することができる。

つぎに各組立設備の作業分担の方法を理論的かつ一般的に考察するとつぎのようになる。

作業要素  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  の作業時間  $t_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) およびタクトタイム  $\tau$  は、製品形状、設備構造および製品の需要量と納期などで決定し、決定した作業時間タクトタイムのもとで機械台数  $N$  は  $N \geq \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\tau}$  が成立する  $M$  の最小値とする。そして  $N$  台の組立設備により  $M$  個の製品に作業要素  $Y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) を施す場合の作業分担はつぎの方法で決していく。

$N$  台の組立設備を連続的・直線的に配置し、か

このようにして決定された作業分担について第2図に示したようなタイムチャートを作成する。（タイムチャートの作成方法については既に第2図で説明したので、割愛する。）

また第4図に示す作業分担方法に基いた生産ライン設備の一実施例を示す第5図について説明する。

第5図に示すように、複数の組立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  と、これら複数の組立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  に作業物を順次供給するコンベア6とから構成されている。

複数の組立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  は、後述の作業要素割付け方法によって割付けられた作業要素に基いて処理する。

コンベア6は、供給コンベアPと、供給コンベアPからの作業物を順次複数の組立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  に搬送する複数の作業コンベア  $P_1, P_2, \dots, P_n$  と、供給コンベアPからの作業物をそれぞれ各組立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  を飛び越えさせる複数の飛び越えコンベア  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  と、これら

の作業物が搬送される方向から番号を付け、最初の組立設備から  $S_1, S_2, \dots, S_n$  とする。

また  $M$  個の製品がタクトタイム  $\tau$  で順次搬送されると、全製品がすべて供給搬送し終るのに  $M \tau$  時間を必要とし、この  $M \tau$  時間内で処理しうる作業要素量だけ、最初の組立設備  $S_1$  から順次作業分担を行っていく。その状態は、第4図に示すように、最初の組立設備  $S_1$  は、所要時間  $t_1$  の作業要素  $Y_1$  を  $M$  個と、所要時間  $t_2$  の作業要素  $Y_2$  を  $m_1$  個分担する。ここで、最初の組立設備  $S_1$  が作業要素  $Y_1$  を分担する個数  $m_1$  の決定はつぎのような方法による。

すなわち、 $M \tau$  時間内で最初の組立設備  $S_1$  の稼動時間  $M \tau t_1 + m_1 t_2$  が  $M \tau$  及  $M \tau t_1 + m_1 t_2$  の条件のもとで最大になるように  $m_1$  を決定する。

ついで、第2組立設備  $S_2$  は、作業要素  $Y_2$  を  $M - m_1$  個と所要時間  $t_2$  の作業要素  $Y_2$  を  $m_2$  個分担する。この  $m_2$  個は  $m_1$  個と同様な方法で決定する。

以下、同様にして第3組立設備  $S_3$  乃至  $n$  組立設備  $S_n$  の作業分担を決定する。

複数の作業コンベア  $P_1, P_2, \dots, P_n$  もしくは飛び越えコンベア  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  のいずれか一方に作業物4を切り換え搬送する分岐点  $K_1, K_2, \dots, K_n$  と、処理終了した作業物4をつぎの生産ライン設備（図示せず）に搬送する排出コンベアGと、各作業コンベア  $P_1, P_2, \dots, P_n$  にそれぞれ設置された作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  およびバックファエリア  $B_1, B_2, \dots, B_n$  とから構成されている。なお、図の矢印は作業物の流れを示す。

つぎに動作について説明する。

供給コンベアPよりタクトタイム  $\tau$  で順次供給された作業物は、第1分岐点  $K_1$  で2つに分類され、組立設備  $S_1$  で作業要素  $Y_1$  を処理されるものはバックファエリア  $B_1$  に、組立設備  $S_1$  で作業要素  $Y_1$  を処理されないものは、飛び越えコンベア  $Q_1$  を通って第2分岐点  $K_2$  に供給される。

バックファエリア  $B_1$  に供給された作業物は、前の作業物が処理を行っている間、バックファエリア  $B_1$  で待機し、前の作業物が処理を終了すると同時に作業エリア  $W_1$  に供給され組立設備  $S_1$  により

作業要素  $Y_1$  の処理が行われる。

しかるのち、作業物が粗立設備  $S_1$  にて作業要素  $Y_1$  の処理を終了すると、作業コンベア  $P_1$  にて第2分岐点  $K_2$  に供給され、第1分岐点  $K_1$  と同様に2つに分類され、粗立設備  $S_2$  で作業要素  $Y_2$  を処理されるものはバッファエリア  $B_2$  に供給され、粗立設備  $S_3$  で作業要素  $Y_3$  を処理されないものは飛び越えコンベア  $Q_1$  を通って第3分岐点  $K_3$  に供給され、以下上記と同様な動作を繰返してすべての作業要素  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  を処理終了した作業物は、排出コンベア  $G$  にてつぎの生産ライン設備に搬送される。

この場合、各粗立設備  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  が分担する作業要素は、第4図に示すように、粗立設備  $S_1$  が作業要素  $Y_1$  を  $M_1$  個と、作業要素  $Y_2$  を  $m_1$  個を分担し、粗立設備  $S_2$  が作業要素  $Y_3$  を  $M_2 - m_1$  個と、作業要素  $Y_4$  を  $m_2$  個分担し、……粗立設備  $S_n$  が作業要素  $Y_n$  を  $(M - M_{n-1})$  個分担する。

このような作業分担を行うことによって、ある粗立設備  $S_i$  では、ある作業物に作業要素を処理し

ないものもあり、このとき飛び越えコンベアを通ってつぎの粗立設備に供給し、ある粗立設備  $S_i$  ではある作業物の作業待ち時間が発生するので、そのときはバッファエリアで作業待ちが行われる。

なお、第5図においては、粗立設備1台に対して飛び越えコンベア、作業エリアおよびバッファエリアを各1個設けた場合を示しているが、これに限定されるものではなく、第4図に示した作業配分によつては、必要なものもあり、また状況によつては粗立設備1台に対して2個以上の飛び越えコンベアを設置する必要がある。さらに各粗立設備が作業分担に対応して分担した作業要素を処理しうる構成になっていることは当然である。また作業コンベアおよび飛び越えコンベアについては、これに限定されるものなく、要は、作業物を供給しうるものであれば他のものでも良いことは云うまでもない。

つぎに本発明の他の一実施例である生産ライン設備を示す第6図について説明する。

第6図に示すように、作業物を矢印方向に供給

する搬送路  $P'$  には、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  每に作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  と、2個のバッファエリア  $B_1, B_2$  が設置されている。

各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  は、それぞれ分担する作業要素  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  を処理するための時間および待ち時間をあらかじめ検出されており、この検出結果に基いて作業物を各バッファエリア  $B_1, B_2, \dots, B_n$  および作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  に供給されるように構成されている。

したがって、本実施例においても、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  に第4図に示す作業分担に基いて処理することができる。

つぎに本発明のさらに他の一実施例である生産ライン設備を示す第7図について説明する。

第7図に示すように、作業物を矢印方向に供給する搬送路  $P''$  には、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  每に2個宛の作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  が設置されている。

これら作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  は、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  が作業物に作業要素を処理する

ために作業物を停止させておくものであるから、これによって各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  が処理待ちをすることなく処理することができ、かつ第4図に示す作業分担に基いて処理することができる。

つぎに本発明のさらに他の一実施例である生産ライン設備を示す第8図について説明する。

第8図に示すように、作業物を矢印方向に供給する搬送路  $P'''$  を互いに平行に2個設置し、それぞれの搬送路  $P'''$  には、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  每に互いに隣接する1個宛の作業エリア  $W_1, W_2, \dots, W_n$  を設けている。

したがって、本実施例においても、各粗立設備  $S_1, S_2, \dots, S_n$  が処理待ちをすることなく処理することができ、かつ第4図に示す作業分担に基いて処理することができる。

なお、上記各実施例は粗立設備について説明したがこれに限定されるものではなく機械設備にも適用できる。

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明の生産方法は、各作

業設備が作業待ちをすることなくすべての作業設備の作業分担をほぼ均等にすることができ、これによってすべての作業設備の稼動率を向上することができる。

また製品形状、設備構造および製品の需要量および納期などでタクトタイムの変化、作業要素の処理時間の変化に対して迅速に対応することができ、かつ製品の需要量の変化に対して作業設備を大改造することなく低コストでタクトタイムの短縮に対応することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

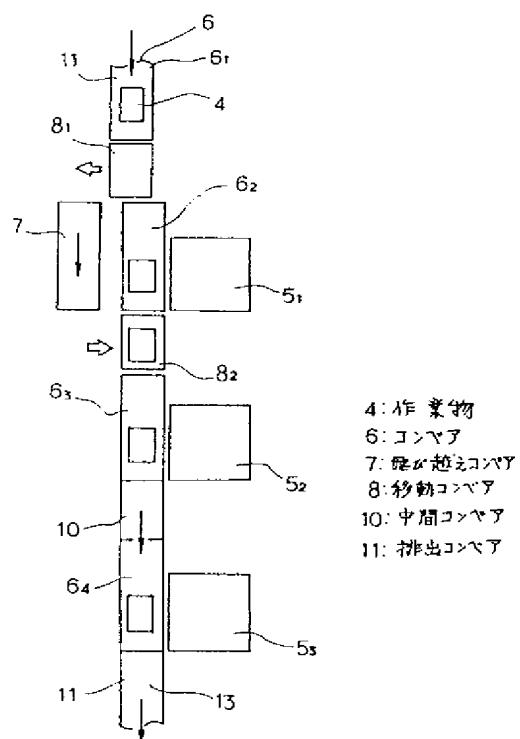
第1図は本発明の一実施例である生産ライン設備を示す平面図、第2図は第1図の生産ライン設備における作業要素の時間による変化を示す図、第3図は第1図の生産ライン設備における稼動率を示す図、第4図は本発明の生産ライン設備の作業配分方法を説明するための説明図、第5図は第4図の作業配分の一実施例である生産ライン設備を示す平面図、第6図は本発明の他の一実施例である生産ライン設備を示す平面図、第7図は本発明

のさらに他の一実施例である生産ライン設備を示す平面図、第8図は本発明のさらに他の一実施例である生産ライン設備を示す平面図、第9図は従来の生産ライン設備を示す平面図、第10図は従来の生産ライン設備の稼動率を示す図、第11図は従来の生産ライン設備における各組立設備の処理時間と遊休時間とを示す説明図である。

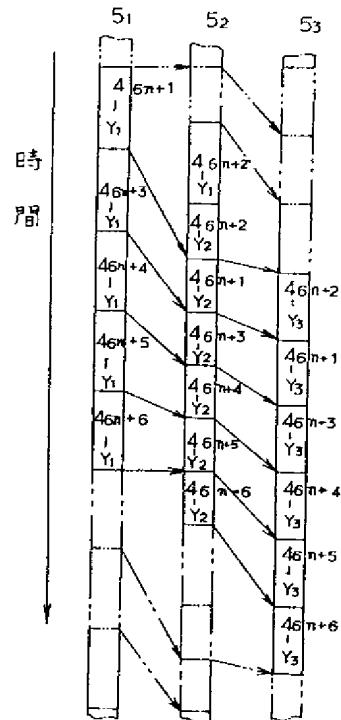
4…作業物、5…組立設備、6乃至11…コンベア。

代理人弁理士 秋本 正実

第1図



第2図

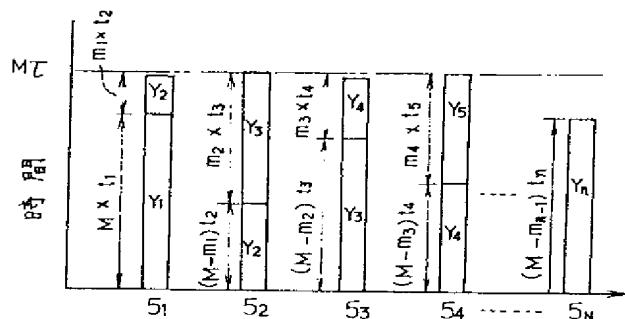


第3図

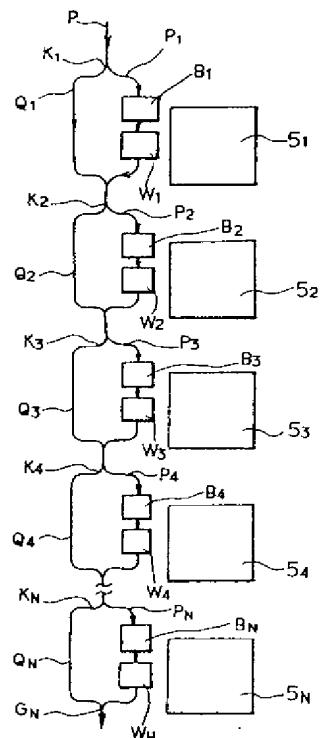
機械	配分された要素作業とその個数(※)	要素作業の作業時間	機械搬送の移動時間	機械の移動率
5 <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub> 100個	30秒/個	3000秒	100 %
5 <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub> 20個	30秒/個	3000秒	100 %
	Y <sub>2</sub> 120個	30秒/個	3000秒	100 %
5 <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub> 120個	25秒/個	3000秒	100 %
機械台数	3台	機械平均移動率	100 %	

※ 作業物の個数は120個

第4図

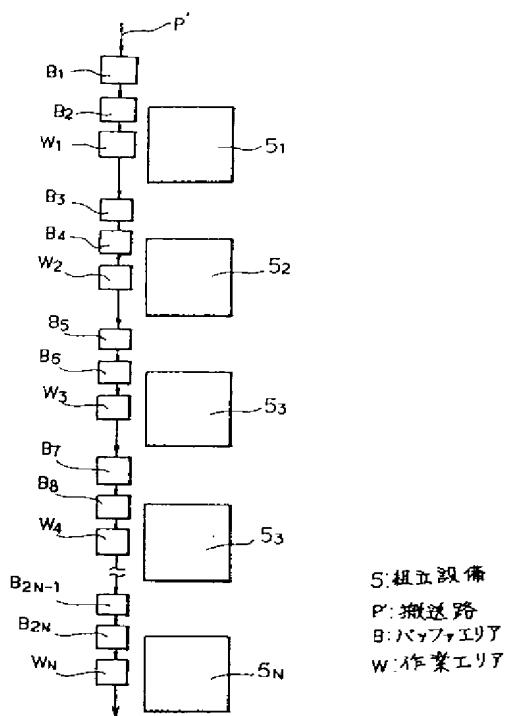


第5図



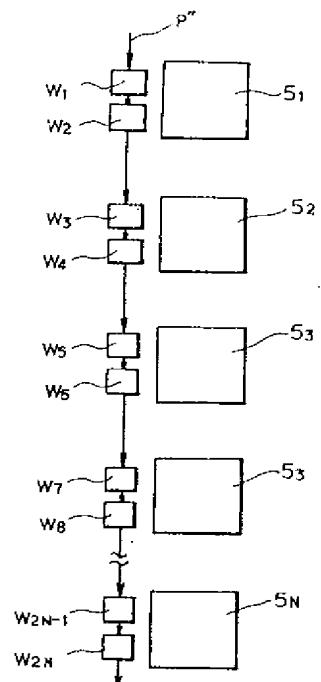
5:組立設備  
P:供給コンベア  
P<sub>1</sub>~P<sub>N</sub>:作業コンベア  
Q:飛行搬送コンベア  
K:分岐点  
B:バッファエリア  
W:作業エリア  
G:排出コンベア

第6図



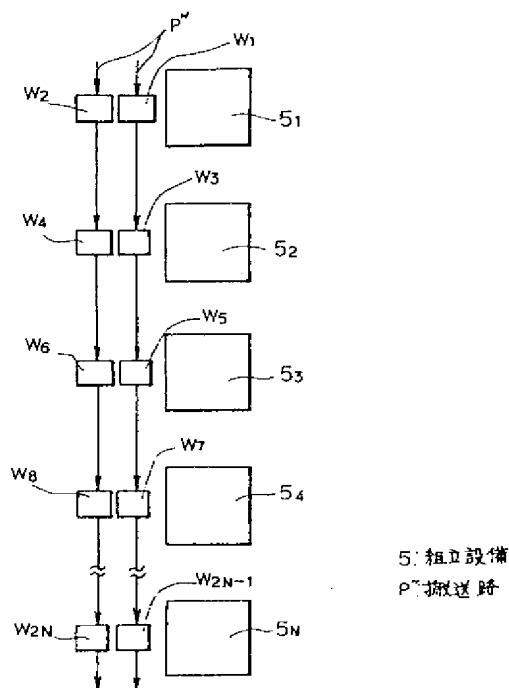
5:組立設備  
P':搬送路  
B:バッファエリア  
W:作業エリア

第7図

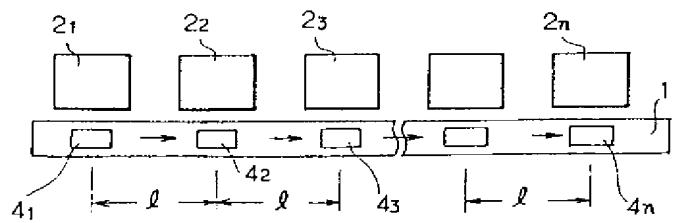


5:組立設備  
P':搬送路  
W:作業エリア

第 8 図



第 9 図



第 10 図

機 械	配分された要素 作業の記号	要素作業時間	機械稼動率
5 <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	30 秒	100 %
5 <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	20 秒	67 %
5 <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	25 秒	83 %
機械台数	3 台	機械平均稼動率	83 %

第 11 図

